



EVOLUCIÓN ACTUAL DE LA ANTIAERONÁUTICA

Por el General JOSE M.^a AYMAT

En cuanto a acción defensiva, forma inmediata derivada de su sentido gramatical, la Antiaeronáutica depende de modo esencial de la perfección de la *red de escucha*. Ella señala y sigue la presencia de la ofensiva aérea enemiga, y sólo sobre sus informes puede apercibirse y guiarse la caza de defensa, la acción artillera que protege los puntos sensibles, y ponerse en juego, a tiempo, la compleja organización de la defensa pasiva.

Tan sólo la acción aérea que, con plena iniciativa de momento y objetivo, desarrolle la modalidad ofensiva de la Antiaeronáutica, yendo a destruir al enemigo allí donde, antes de echarse a volar en el aire, es más vulnerable, matando al ave en el nido (aeródromos), o en el propio huevo (industria aeronáutica), puede pasarse de esa red de escucha propia, bien que haya de encontrarse con la que proteja al enemigo, y por tanto se vea también influida e interesada en los progresos que técnicamente haya conseguido.

Por grandes que hayan sido los adelantos conseguidos en todas las armas y medios empleados a lo largo de la guerra recién terminada, los que la detección radioeléctrica ha traído a la red de acecho son tan gigantescos, que superan, tal vez, a todos los demás.

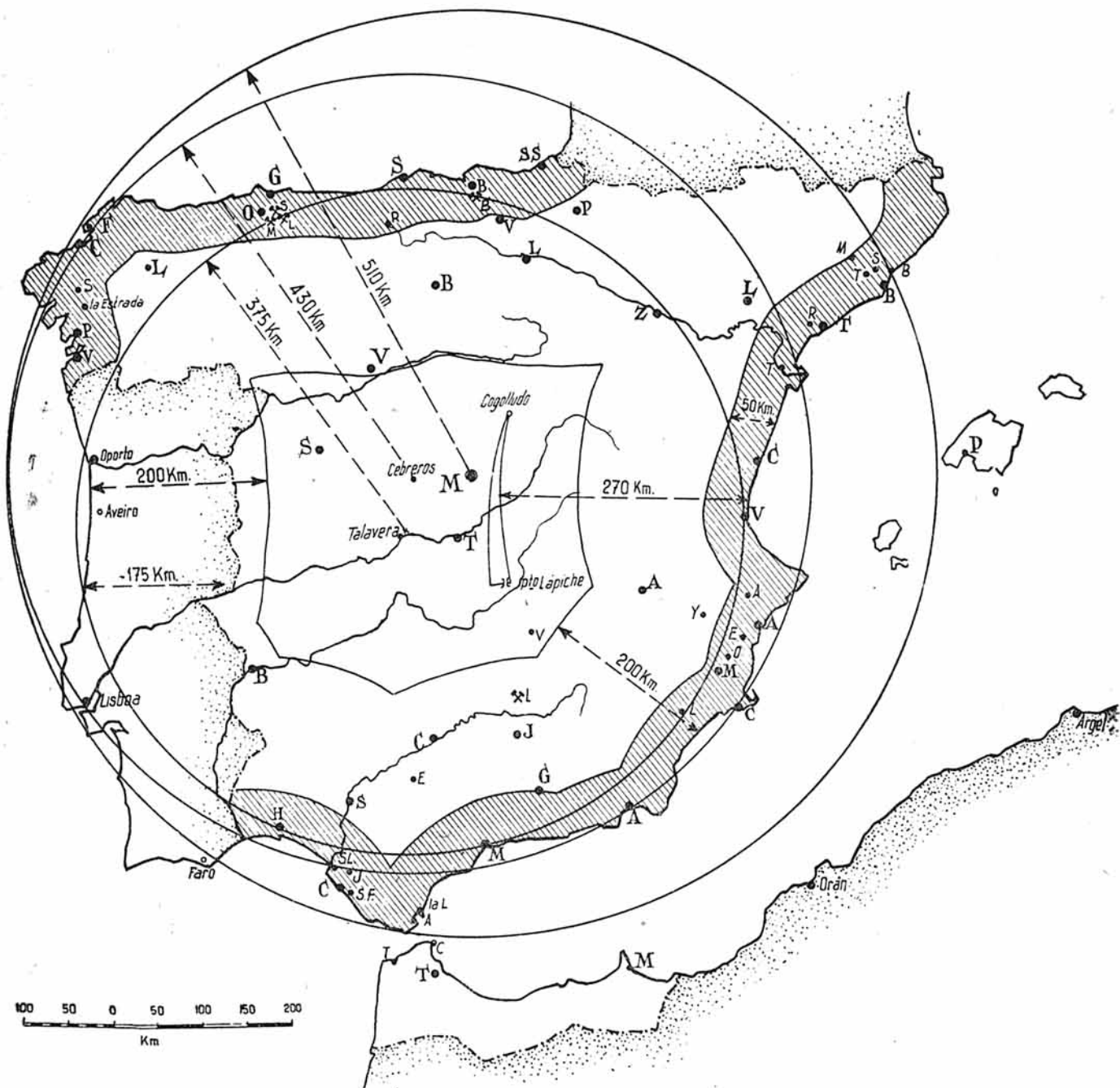
Basta considerar que la separación de 10 kilómetros que se estimaba tipo entre los puestos de observación a vista y oído, se eleva al orden de los 200 kilómetros, alcance efectivo de los actuales detectores, y habida cuenta que la red no es lineal, sino que ha de tejer una malla tanto más

espesa cuanto más seguramente se requiera seguir las incursiones enemigas y que cubra el conjunto del territorio, se comprende que el factor de reducción de puestos no es ya 1/20, sino 1/400.

Pero es que esta reducción tiene además una trascendencia que la hace sumamente apreciable, cual es la que produce en las comunicaciones telefónicas requeridas al servicio de esa red de escucha, afectadas además de una servidumbre de primacía de urgencia, que pesaban enormemente, tal vez hasta términos prohibitivos, sobre la organización general de las transmisiones.

Baste decir que el millar muy largo de puestos que cubrían, de modo tan elemental como imperfecto, nuestra Patria, es sustituido con ventaja inmensa por poco más de una veintena de puestos radioeléctricos. Aún hay, en el singular caso de España, otras consideraciones que hacer.

Son las formas de la Península, excepcionalmente macizas. Mientras la Península italiana tiene todos sus puntos a menos de 100 kilómetros del mar, por donde puede llegarle la sorpresa del ataque aéreo, y en el Japón, los puntos más alejados del mar lo están a no más de 150, mientras cinco sextos de Inglaterra tienen la costa a menos de 50, definiéndose esas formas por su extrema vulnerabilidad a la ofensa aérea, el radio del círculo inscrito en España tiene nada menos que 375 kilómetros de radio, sin que, por otra parte, el que centrado en Madrid comprende el 98 por 100 de la Península, no necesita aumentar su radio más que en un 45 por 100 hasta 510 kilómetros. De otro modo, si se centra en Cebreros



No obstante sus formas macizas, la Península Ibérica es un país litoral.

un círculo de área equivalente a la total peninsular, deja fuera un área de sólo 1/20 de ella. Nótese la proximidad de este centro a Madrid y a Talavera, en cuya proximidad NE. está el del inscrito primeramente considerado.

Aun descontando el territorio portugués, tiene España una zona a lo largo del eje Cogolludo-

Puerto Lápiche, alejada de su periferia alrededor de 270 kilómetros.

Desgraciadamente, esta macizez de formas se ve compensada por una distribución demográfica desfavorabilísima. La altura de la meseta, característica de la orografía hispana, con sierras que extienden las zonas altas hasta proximidad

de las costas, con la crudeza y extremosidad de clima consiguiente, ha llevado el 45 por 100 de la población de España a menos de 50 kilómetros del mar, donde residen los más ricos cultivos, la industria, el tráfico comercial, que en gran proporción se hace por la navegación de cabotaje, aparte de ser marítima casi la totalidad del comercio exterior.

A tal extremo llega esto, que si se incluye a Sevilla, que si está a más de los 50 kilómetros es a poco más, y frente a unas marismas deshabitadas, en esa orla litoral están situadas las 4/5 partes de las poblaciones de más de 25.000 habitantes, comprendiendo, si se descuenta el singular centro industrial de Madrid, el 90 por 100 de la población industrial de España.

La singular excepción de Madrid dista de los mares, en diferentes direcciones, de 307 a 450 kilómetros; 360 de Francia y 600 de Argelia, distancias bien escasas aun frente al radio de acción de los bombarderos, incluso acompañados de oportuna caza, pero considerables para apereibir a tiempo la defensa, pues se aproxima a la hora el tiempo disponible para ello.

Pero si se prescinde de Madrid y sus alrededores como zona privilegiada para situar eficazmente defensa activa aérea y artillera, el resto de España puede muy bien calificarse de litoral, presa propiciatoria, sin defensa posible al bombardeo basado, o que llegue por el mar, pues los diez minutos necesarios para recorrer a no más de 360 kilómetros la profundidad máxima de 50 kilómetros, aun aumentada en 10 de alcance de la red de acecho a vista u oído, son de todo punto incapaces de evitar el bombardeo, y sólo se podría, y no siempre, amenguar o remediar los daños con una perfecta organización de la defensa pasiva.

El adelantar la línea de escucha, adentrándola en el mar, sólo es solución cuando se contara con el dominio del mar, que sobre ser siempre precario y costoso, vendría subordinado a formar en coalición que lo asegurara.

Júzguese del avance que en las críticas circunstancias geográficas representa un alargamiento del alcance de la detección aérea hasta los 200 kilómetros, aun reduciéndolo a 150, ó incluso a 100, por los intervalos obligados entre las estaciones. Es pasar del par de minutos escasos al cuarto de hora largo, más los que se requiera recorrer sobre territorio propiamente nacional, y sobre todo, en vigilancia de eficacia permanente, pues no se ve interrumpida de noche por la falta de luz ni por circunstancias meteorológicas.

Esta solución radioeléctrica de la detección

constituye la principal aplicación de lo hoy universalmente conocido con el nombre de "Radar". Esta palabra es contracción de la circunlocución inglesa "Radio detection and ranging", que se traduce por detección y telemetría radioeléctrica, ya que "ranging" deriva de "Range" = alcance o distancia, vale tanto como determinación de distancia, y tiene por fundamento la medición del tiempo que necesita en volver el eco de una emisión radioeléctrica. Traduzcámoslo al castellano más brevemente por *Telemetría radioeléctrica*.

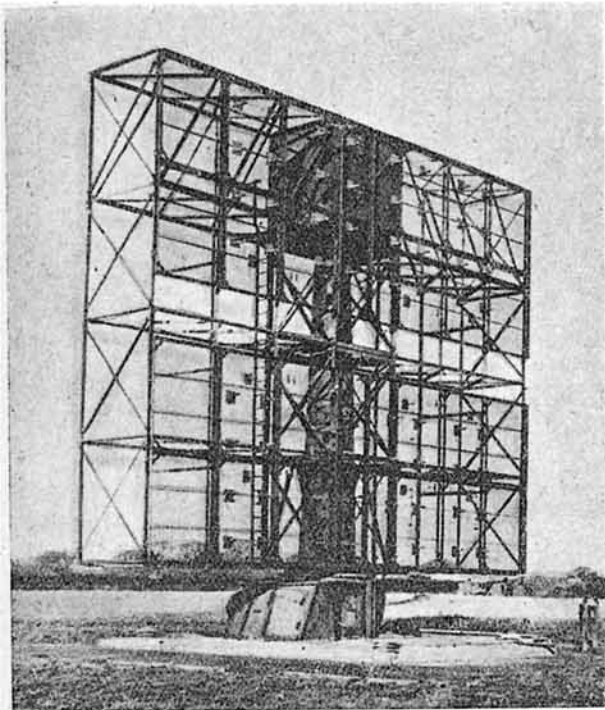
Conocido por muy vagas referencias casi desde el principio de la contienda que acaba de terminar, con caracteres de maravilla, tales como el *ojo mágico* de los cazas ingleses en la batalla de Inglaterra; el descubrimiento nocturno y hundimiento de submarinos al paso por el estrecho de Gibraltar, camino de las aguas de Orán, cuando el desembarco; los bombardeos de alta precisión de la industria alemana en 1945, a pesar de la cerrazón del tiempo, llegaron hasta el extremo de citarse que en una de las batallas navales en aguas del Japón el Comandante de un barco rompe el fuego, sin más guía que el "radar", sobre un gran barco japonés, y que al apenas adivinar ligeros resplandores de las propias explosiones coincidentes en dirección con otras que sólo podían ser respuesta enemiga, maravillado, invita por teléfono al jefe del servicio de detección a presenciarlo desde el puente, recibe la contestación de "Gracias, lo estoy viendo desde aquí mucho mejor"; y es que, en verdad, desde 1938 esos aparatos registraban el vuelo de los proyectiles, y al día siguiente de quedar montada la defensa del canal de Panamá se descubría un avión que partido de Miami pasaba a la enorme distancia de ¡220 kilómetros!

Uno y otro combatiente progresaban a pasos agigantados en el progreso, incluso plagiándose detalles cuando los germanos cogieron material en Dunquerque o cuando los comandos ingleses organizaban minuciosamente y daban, en vísperas del asalto a Dieppe, un golpe de mano, sin más objetivo que sorprender los secretos, más que destruir, un puesto de detección en la costa de Normandía. A pesar de ello, procuraban con todo celo mantener el secreto, y los aviones llevaban la consigna y medios para destruir todo rastro de los maravillosos instrumentos antes de caer en territorio enemigo y que el adversario pudiera descubrirlos.

Terminada la guerra, el "radar" ha sido objeto de copiosísima literatura; pero en general sólo ha sido eso..., literatura. Ditirambos, supervaloración de su influencia en la victoria en todo momento y lugar. El ganó la batalla aérea de Inglaterra; él barrió de los mares a los submarinos del

Eje; él permitió la agresiva defensa de Malta y consiguiente triunfo aliado en Africa; él hizo posible la destrucción a fondo de la industria alemana; él cortó a tiempo las alas de los heroicos "kamikaze" japoneses y hundió, sin necesitar verla, a la escuadra nipona.

Diríase que con unos cuantos radares y una, una sola bomba atómica (la otra gran novedad de esta guerra), no se necesita ya más para aniquilar al adversario.



Antena vertical de un detector inglés radioeléctrico de gran alcance.

Concreciones técnicas que permitieran juzgar del grado de la exageración, para discriminar qué es hipérbole y qué verdad precisa, nada o casi nada, y esto muy difícil de encontrar.

Y, sin embargo, como hay una realidad en orden a los éxitos conseguidos, la curiosidad por descorrer el velo de este interesante misterio acucia el ánimo de modo obsesionante.

Por ello, descendiendo de la esfera de los conceptos militares de utilización del maravilloso invento, vamos a dar a nuestros lectores una idea, lo más vulgarizada posible, para satisfacer la curiosidad de todos, incluso de los que menos preparación técnica puedan tener, para seguir precisiones más concretas y detalladas en el orden científico, que probablemente, por no ser conoci-

das de modo seguro, hacen tal vez que los temerosos de comprometer su prestigio en conjeturas aventuradas esperen el momento de las mayores y más seguras precisiones.

Pidiendo perdón por lo que sea sólo explicación de cómo puedan ser las cosas, especie de hipótesis que tanto pueden tener de plausibles como de aventuradas, vamos a describir lo que hasta el momento hemos podido averiguar o traslucir, a reserva de que dentro de poco la realidad pueda modificar, más o menos radicalmente, estas explicaciones.

Toda una serie de procedimientos telemétricos se fundan en la medición del tiempo empleado en recorrer la distancia. Así la existente a una pieza cuyo fogonazo podemos considerar que vemos instantáneamente, se mide por el tiempo que transcurre hasta oír el estampido a razón de 330 minutos por segundo. Desde un globo, el intervalo entre una voz y su eco reflejado en el suelo nos da la altura del vuelo, mitad del doble recorrido del sonido a la velocidad antes dicha.

Realmente toda observación visual o acústica tiene algo de eco, reflexión de radiaciones emitidas por el Sol directa o difusamente, provenientes tal vez de nuestro propio reflector, como ocurre con las sonoras emitidas en las sondas acústicas de los barcos.

La oscuridad, la niebla, la magnitud de la distancia misma, impiden el empleo de la luz en la observación. Las ondas sonoras sobre su limitado alcance, para ser percibidas con energía suficiente, tienen, frente a las velocidades actuales de los aviones (mitad y más de la del sonido), el eco reflejado y aun el propio sonido emitido por el avión, nos cuentan sólo la historia de por dónde estuvo o había pasado en un momento ya lejano, casi pretérito pluscuamperfecto, ya que incluso pudo maniobrar ampliamente. En los veinticuatro segundos que representan una distancia de ocho kilómetros, un bombardero puede recorrer cerca de tres kilómetros, y un caza cinco. Esto es la inanidad casi de los fonolocalizadores.

Algo hay más rápido, casi instantáneo, para lo que además lo mismo da la luz del día o las tinieblas nocturnas, y es independiente de cualquier circunstancia meteorológica. Las ondas radioeléctricas de velocidad 300.000 kilómetros por segundo, para la que prácticamente hasta los más veloces proyectiles resultan estar parados.

Ahora bien: hace falta lograr que sus emisiones sean de un vozarrón que permita llegar al objeto, reflejarse y volver con energía suficiente para que su eco sea percibido. Si las longitudes corrientes de onda se prestan mal a ser dirigidas,

no ocurre lo mismo con las cortas y ultracortas, desde el orden del par de m^s a las centimétricas, necesarias para ser reflejadas por lo diminuto de un periscopio de submarino. Estas se prestan a ser reflejadas, y, por tanto, dirigidas, como la voz del marino por la bocina, para reunidas en estrecho haz que además nos indique su eco cuál es la dirección de donde proceden. Si, ello asegura una potente transmisión hacia el objeto buscado, éste, al devolver el eco, carente como está de superficies convenientemente orientadas para devolverlo concentrado hacia el emisor, los difunde en todas direcciones y sólo llegan al emisor en fase de escucha con una mínima energía, inversamente proporcional al cuadrado de la distancia.

Los progresos de la radiotelegrafía, con que estamos tan familiarizados, nos permiten concebir como microscópicas vibraciones detectadas por la antena, puede, gracias a sucesivas multiplicaciones por numerosas lámparas, lleguen a alcanzar energías miles y miles de veces superior, hasta el orden de 10 a 100.000 veces. Como ni aun esa multiplicación bastaría a grandes distancias, las antenas receptoras por su multiplicación (en enormes baterías de 32 o más), o por su forma parabólica, que permite la reflexión en diámetros de tres y más m., unido a su orientación, que prácticamente resulta invariable en las milésimas de segundo que dura el viaje de ida y vuelta de tan velocísimo mensajero, como son las ondas radioeléctricas, refuerza previamente la energía captada.

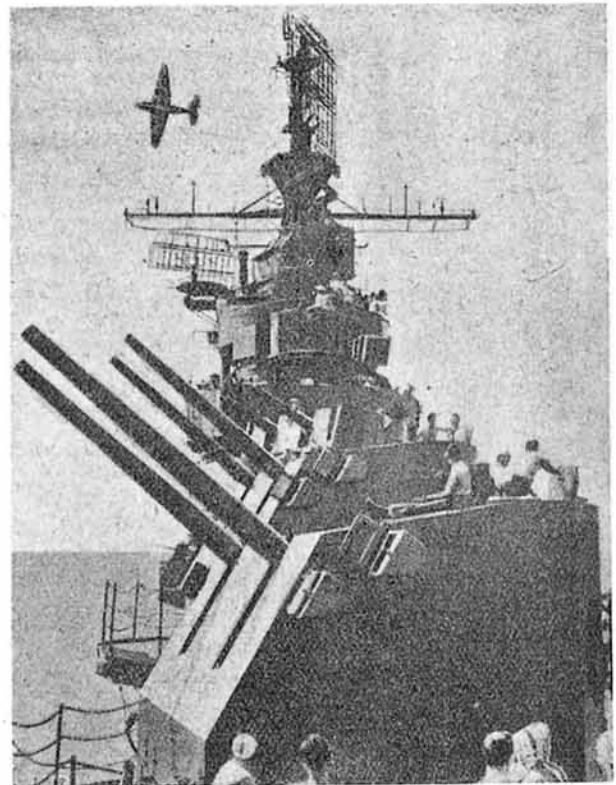
La propia emisión puede hacerse con una intensidad de cientos de Kw. (kilowatios) (1), gracias a hacerlo por impulsos casi instantáneos de duración del orden del microsegundo o millonésima de segundo, separados además por intervalos de silencio mil o más veces superiores. Ello permite que la energía media necesaria no pase del orden del medio o un Kw., asequible a cualquier instalación de campaña.

Este modo de funcionar no es sólo una ventaja en el orden de la economía, sino necesidad que viene impuesta para la eficaz detección. Una charla continua no es susceptible de ser escuchada en eco. Cuando queremos experimentarlo, damos voces tan breves como enérgicas, y callamos en seguida para pasar a escuchar atentamente, y sólo repetimos la voz después de transcurrido tiempo para haber percibido el eco, o para que según la distancia haya podido ir y venir el so-

nido. Eso mismo es fundamental en la atención al eco radioeléctrico.

La duración del impulso no puede ser superior al tiempo del recorrido a la velocidad de la luz de un doble camino al punto más próximo. El microsegundo representa una distancia de 150 m. El intervalo entre los impulsos depende del alcance. En los grandes detectores de largo alcance, capaces para aprovechar ecos procedentes de 200 kms., se toma como límite 300 kms., que en su viaje de ida y vuelta los recorre la onda en 1/500 de segundo, y ese es el intervalo con que se emiten los impulsos de trenes de onda; y decimos de trenes, porque en la brevedad del impulso, microsegundo, caben más de 80 ondas de 1,8 m., y a este tenor las más cortas.

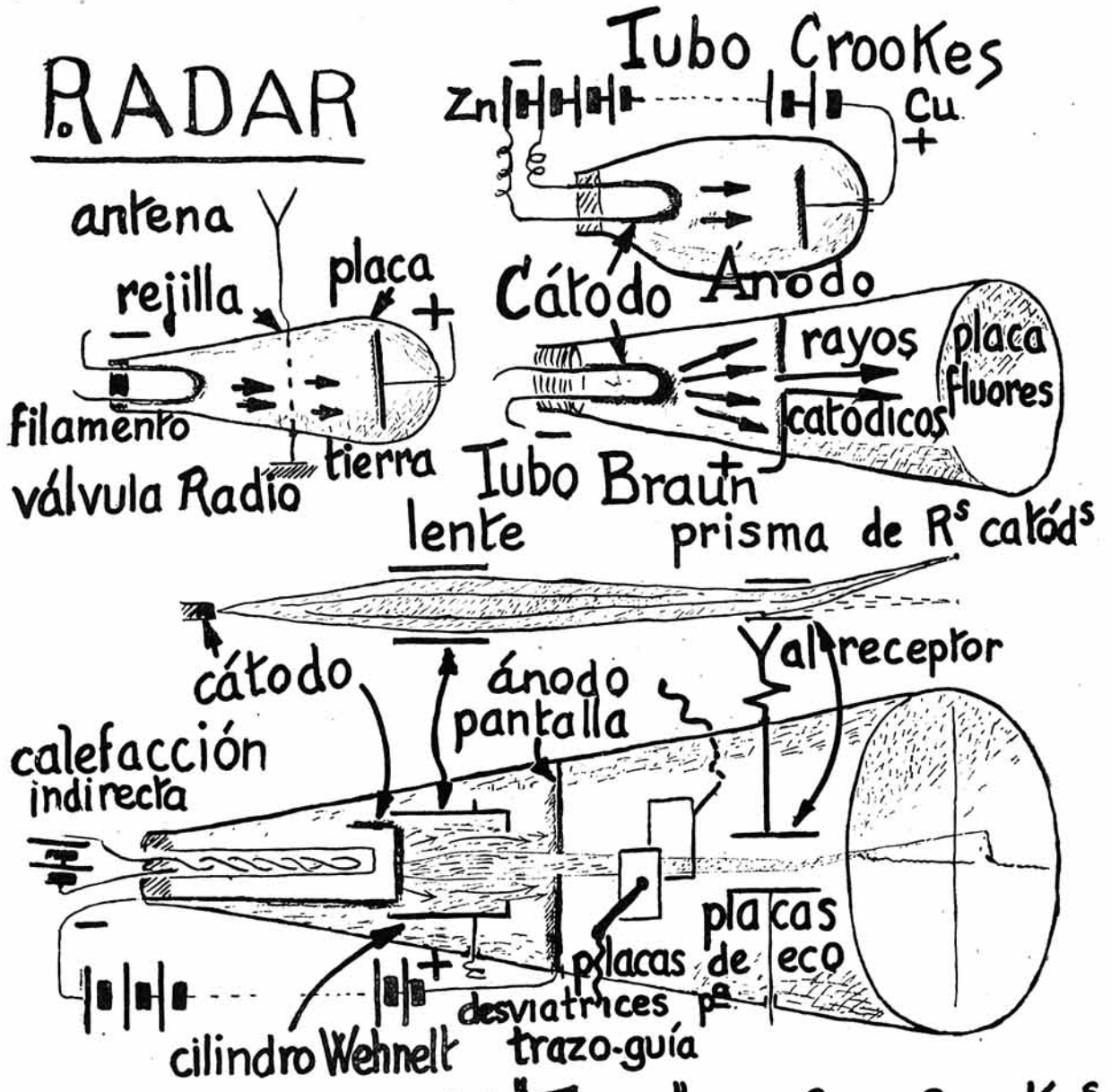
En un detector explorador de un cono, sobre cuya sección hay que repartir un número de puntos del orden de 30.000 en los que pueda producirse luminosidad indicadora de posible eco y que necesitamos alcance hasta 10 kms., como los 20 kms. requieren 1/15.000 de segundo, ésa será la frecuencia mínima de los impulsos, y distribuída en los 30.000, para barrer el círculo, no podrá



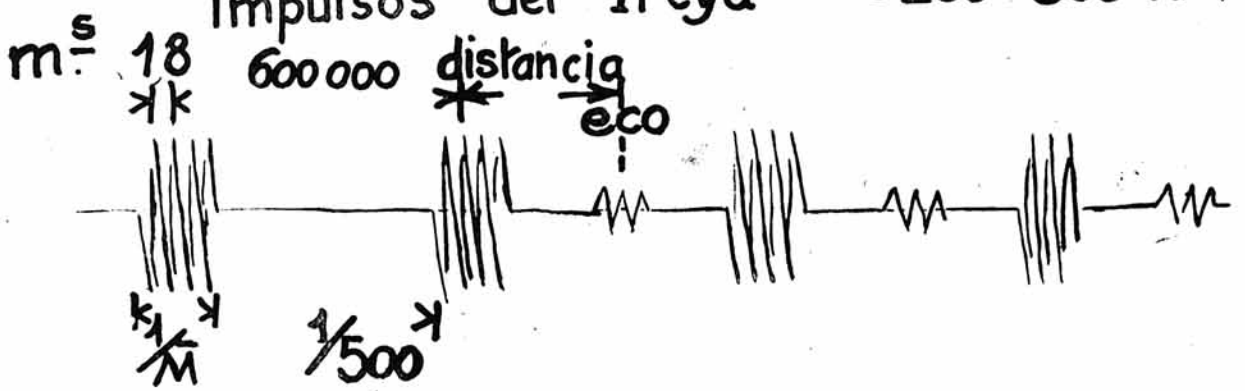
Cañones de 120 dirigidos por la detección radioeléctrica en uno de los portaviones americanos de 27.000 toneladas. La antena vertical de gran alcance se ve en el tope del mástil, y más baja, inclinada, la de dirección de tiro.

(1) Recuérdese el consumo de las lámparas domésticas de incandescencia, y que la Radio Madrid en sus emisiones no pasa del orden de los 20 Kw.

RADAR



Impulsos del "Freya" ~ 200-300 Km^s



la antena radial exploradora girar a mayor velocidad de una vuelta cada dos segundos.

Estamos hablando de millonésimas de segundo. En las carreras, en la medición de los ecos sonoros, nuestros cronómetros aprecian sólo quintos de segundo. ¿No estaremos, a este respecto, en el mundo de la utopía? Afortunadamente, los progresos de la Física en su aplicación a la Televisión, mejor aún en la técnica de la recepción radiotelevisiva, han producido la maravilla del tubo Braun o de rayos catódicos, que, aparte de su portento intrínseco, ofrece a las necesidades generales de la experimentación, el prodigio de una instantaneidad casi absoluta para el registro de toda clase de fenómenos, y por tanto, para la medición precisa e infinitésima del tiempo.

Vale la pena de conocer el cómo.

Es cosa universalmente conocida, la lámpara de nuestros aparatos de radio. Constan de un filamento que directa o indirectamente se pone incandescente, y una placa que se une al polo positivo, + (cobre o carbón) de una pila eléctrica, constituyendo por ello lo que se llama un ánodo, mientras que el filamento se une al polo negativo o - (cinc), formando el cátodo. Mientras la corriente va convencionalmente fuera de la pila del + al -, es decir, del ánodo al cátodo, en sentido inverso se establece una corriente electrónica, estudiada ya por Crookes en 1879, que se pone de manifiesto en el ennegrecimiento del fondo de las lámparas, tanto más potente cuanto mayor es la diferencia de potencial (voltaje) entre ánodo y cátodo, y que varía a su vez, en cuanto una rejilla intermedia cambia de voltaje por llegar a ella las variaciones (más o menos transformadas) que las ondas radioeléctricas de una emisora producen en el sistema antena-tierra. Esas variaciones de corriente entre filamento y placa, son las que hacen vibrar las membranas de los teléfonos o altavoz.

El sentido y la rectitud de propagación de esa corriente de electrones, que recibe el nombre de rayos catódicos, se pone de manifiesto en los tubos de Braun, en cuyo fondo un disco o pantalla se pone fluorescente, en cuanto llegan los rayos catódicos producidos por la variación de tensión entre ánodo y cátodo, y además, recoge con precisión la sombra proyectada por cualquier chapa metálica recortada que se interponga a su paso. Detenidos en forma de pantalla por el propio ánodo que, con un ligero orificio como diafragma los distribuye radialmente, lo mismo que los rayos luminosos son desviados, apartándose de aquellas superficies cargadas de tensión negativa y acercándose a las de positiva, de tal modo

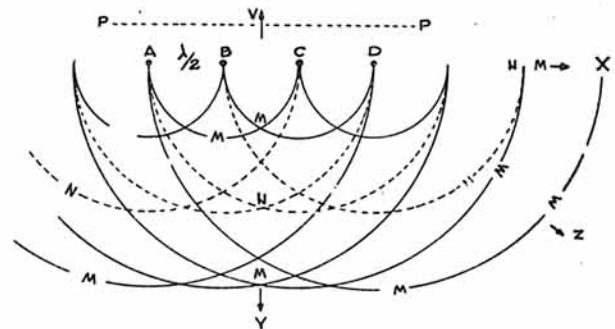
que tubos llamados Wehnelt, que rodean un haz de rayos, hace el efecto de una lente convergente o divergente, según sea su carga, y un par de placas paralelas cargadas de tensiones opuestas desvían su dirección como pueda hacerlo un prisma de cristal con los rayos luminosos.

Y lo maravilloso, es la ausencia casi de inercia a esas acciones que permite obedecer con instantaneidad sensiblemente absoluta a las variaciones de tensión de las placas desviatrices.

Veamos cómo se acoplan todos estos elementos para conseguir la detección y determinar la distancia.

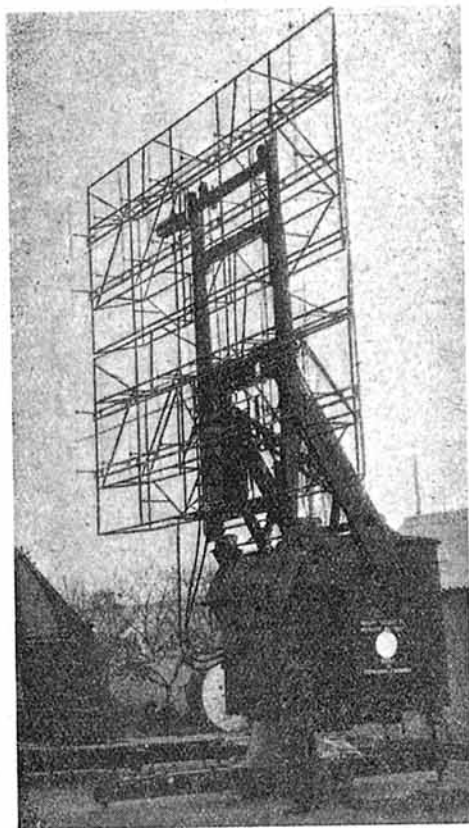
Una estación emisora-receptora de onda corta, con antena dirigida, está montada en un bastidor, apoyado en un pivote, alrededor de cuyo eje vertical puede girar, apuntando a todas las direcciones del horizonte; el haz emisor se concentra horizontalmente gracias a sus antenas dipolos, distribuidas en un plano vertical y separadas entre sí, distancias iguales a la mitad de la longitud de onda, lo que da a su combinación el carácter direccional, pues basta considerar cómo llegan las ondas a puntos en direcciones de su frente: oblicua o transversal. Una pantalla de tela metálica, refuerza el efecto como pudiera hacerlo un espejo. Esta misma reflexión se produce en los espejos metálicos de forma parabólica.

La emisión se hace, como dijimos, en forma de pulsaciones de un cierto período. El mismo mecanismo que acompaña estas pulsaciones, lleva una variación de tensión a dos placas verticales del tubo Braun, cuyo haz de rayos catódicos describe sobre la pantalla la oscilación horizontal del punto luminoso producido por la acción convergente de un cilindro Wehnelt. El instante de la



Efecto direccional de la antena dipolo.—ABC y D son la sección de las antenas verticales que vibran isocronas. M son condensaciones y N enrarecimientos eléctricos. En dirección Y llegan a compás simultáneamente las ondas, en las intermedias Z efectos intermedios. PP es una red metálica que como pantalla evita la emisión en dirección V.

emisión del impulso es llevado en forma de variación de tensión del sistema de placas horizontales y produce una elevación en el movimiento aparente del punto luminoso. La rápida repetición del fenómeno, 500 ó varios millares de veces por segundo, produce por la persistencia de la imagen en la retina, el efecto de una línea luminosa con un gancho que se suele llevar al extremo iz-



Detector de largo alcance (200 kilómetros) alemán "Freya". Obsérvense los cuatro pisos de ocho antenas sujetas al bastidor de a cinco metros de altura, con la tela metálica de su fondo, los brazos elevadores del cuadro, la cabina de mando, motores y aparatos de observación, el pivote cónico de maniobra y los recios largueros de apoyo en el suelo y la semejanza con la antena de su similar inglés.

quiero. Si ningún eco radioeléctrico llega al detector, esta línea permanece invariable; pero si al cabo de cierto tiempo, microsegundos, recoge la antena otras ondas de la longitud a que está sintonizada, se amplifica la diferencia de tensión acusada y se lleva a las mismas placas horizontales y se produce otro gancho, tanto más intenso cuanto mayor sea la energía recibida: máxima cuando la emisión se ha producido y lue-

go recibido en la dirección justa en que se encuentra el objeto detectado, rápidamente desvanecido por el efecto direccional de la antena en cuanto el detector se desvíe de esa dirección. Así es como se define ésta, ya que previamente orientada la base sobre que gira el detector, la graduación que define el azimut a que se apunta, aparece a la vista del observador que hace girar con un volante el conjunto del detector.

Pero según lo que haya tardado en volver el eco, se habrá producido en el gancho del eco un desplazamiento proporcional a la distancia de que procede, y ésta puede ser apreciada en una escala de kilómetros o hectómetros grabada sobre la propia pantalla.

Un instrumento de tal clase, mide, pues, coordenadas polares. Rumbo y distancia. De momento, y para los detectores de gran alcance, sólo esto, porque cualquier avión se presentará con un ángulo de situación sumamente pequeño del orden de la amplitud de máxima percepción, y no cabe determinar su altura.

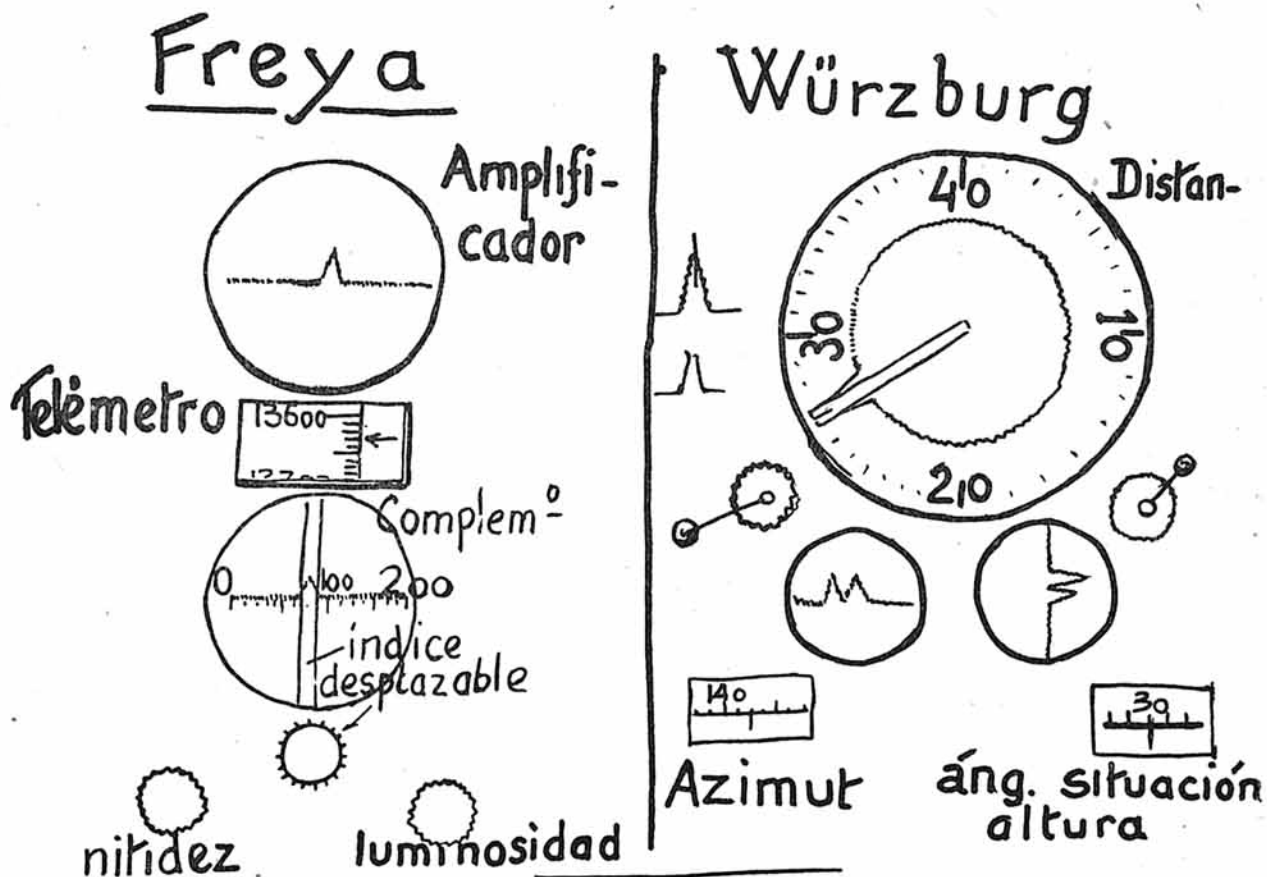
No es tan sencillo, en realidad, esta forma de leer la distancia en algunos detectores; la línea guía sobre la que se mide en movimiento alternativo y diametral la separación de los ganchos, se sustituye por una circunferencia que se obliga a describir por variaciones conjugadas de ambos pares de placas desviadoras, con lo que se aumenta la precisión de la lectura de distancia. Así suele estar en el tipo de alcance medio hasta el orden de los 40 kms. Otras veces, el gancho inicial no va a la pantalla, pues durante la emisión se desconecta el receptor de la antena, cuyos delicados órganos se libran de la violenta energía de emisión, y entonces se dobla el tubo de observación; en uno de ellos se registran los posibles ecos simultáneamente en toda la profundidad de su alcance, sobre cuya pantalla pueden aparecer varios ganchos correspondientes, por ejemplo, al escalonamiento en gran profundidad de una numerosa expedición enemiga, y en otro se analiza, con gran amplitud y precisión, sólo una pequeña sección del intervalo total desplazando el origen virtual del cómputo del tiempo mediante corrimiento acusado por la escala de gran precisión cuando el gancho del eco se lleva debajo del índice central de la pantalla, leyéndose en una amplitud de 40 kms. intervalos hasta de 50 m.

La busca de posibles ecos se hace, pues, girando lentamente el detector, hasta que aparezca en la pantalla del tubo buscador un gancho acusador de un eco, y tanteando la orientación hasta obtener la máxima altura (la claridad, finura del punto luminoso, es también reglable en el instrumento), entonces se canta al sirviente medi-

dor de distancia la que se aprecia groseramente, y éste corre su escala de distancia, que desplaza, el origen, gancho virtual del momento del impulso emisor, hasta que aparece en el campo de su tubo el gancho descubierto, y cuidadosamente lo lleva al índice diametral vertical, en el que debe mantenerlo cuidadosamente, pues el cambio rápido de distancia tiende a desplazarlo. Como el servidor buscador que maneja el mecanismo de dirección simultáneamente tiene cuidado de seguirlo en dirección por mantener en máxima altura el gancho observado, el medidor de distancia lee simultáneamente la distancia y la dirección que otra escala repetidora lleva a su vista, y la transmite al mando de la detección. Si es único el objetivo, lo sigue cierto tiempo, y los rumbos y distancia observados y cantados de tiempo en tiempo, acusan su marcha. Si hay varios, se va registrando todo el horizonte y señalando sucesivamente los objetivos que aparezcan.

Es de advertir que la horizontalidad de esta exploración a larga distancia, tiene inconvenientes y servidumbres. Cualquier accidente, montaña, grandes edificaciones, mucho más techumbres

metálicas de las inmediaciones próximas o lejanas, producen ecos y ganchos en la pantalla, que si previamente conocidos y caracterizados por su inmovilidad, no llegan a engañarnos, siempre con su presencia impiden la claridad de la observación, por lo que conviene elegir el emplazamiento en lugares altos y de horizonte despejado. Es la servidumbre, la producida por la rectitud de propagación de las ondas cortas que produce sombra en cuanto la curvatura de la Tierra desenfila los objetivos, que a gran distancia cubre a los aviones volando a ras del agua o del suelo. Para evitar esta limitación en los barcos, las antenas se llevan a lo más alto de los mástiles. Las estaciones terrestres han de buscar lugares elevados y, en la costa, para asegurar un cierto alcance que su altura llegue en metros al cuadrado de la distancia, medida en cuaternas de kilómetros. Ejemplo: para 200 kilómetros = 50 cuaternas; $50 \times 50 = 2.500$ m. Como alturas tan considerables no son fáciles de encontrar, se calcula el alcance por método inverso. Cuádruples kilómetros, cuantos sean la raíz cuadrada de la altura en m^s de la antena; 144 m., por ejemplo,



Esquema del registro de detectores de largo y medio alcance.

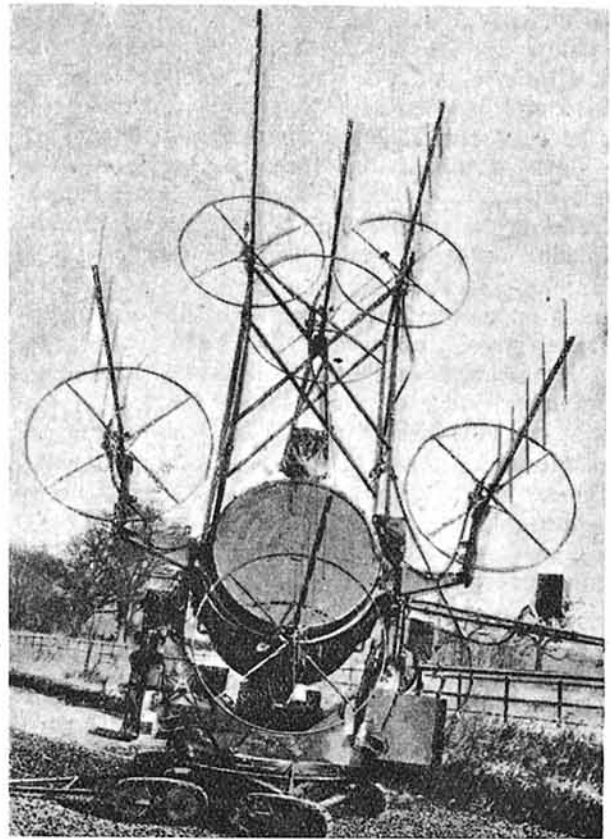
tiene 12 por raíz cuadrada, y dan un alcance de 48 kilómetros.

Esto explica porqué la red de detectores que a lo largo de la costa establecieron los ingleses para la defensa de Londres, así como los que cubrieron después la costa europea de la Mancha y mar del Norte, se establecieron sobre altas torres metálicas, no obstante la ya considerable altura de los escarpados costeros.

Otro tipo de detectores son los destinados a las baterías antiaéreas. Aquí se emplean las antenas parabólicas que permitan más fácil busca, tanto en dirección horizontal o azimut como en altura, ya que la menor distancia permite ángulos de situación considerables, cuya determinación en relación con la distancia telemétrica permite deducir la altura. Para la observación y maniobra simultánea en ambos sentidos, se cuenta con tubos de rayos catódicos para cada una de las tres determinaciones de azimut, ángulo de situación o altura y distancia. La detección a gran distancia, antes descrita, da por teléfono azimut y distancia si la detectora artillera está inmediata, y situación del objetivo por sus coordenadas si está distante. Sobre estos datos, los detectores artilleros apuntan en azimut, y dentro del plano de dirección se explora verticalmente hasta que aparece en las pantallas el gancho acusador del eco. Cada uno de los servidores, manejando los volantes de orientación de la antena, procuran hallar la máxima desviación del gancho de su plano de giro, incluso en algún modelo, comparándolo con el que define la orientación gobernada por su compañero, que aparece a un lado en un repetidor y que sirve de testigo de la má-



Detector radioeléctrico alemán "Wuerzburg" de alcance medio (40 kilómetros), de espejo parabólico, al que ha llevado el viento las tiras de estño que el enemigo lanzó para perturbar sus indicaciones.



Proyector de la artillería antiaérea, provisto de detector radioeléctrico. Las varillas verticales, realmente normales al eje del proyector, constituyen la antena dipolo múltiple.

(De Illustrated London News.)

xima intensidad posible de obtener. El que la antena resulte direccional en ambos sentidos, se logra mediante el giro de una antena dipolo en el foco del paraboloide, y que en el paso por las direcciones cruzadas va dando la máxima intensidad de recogida del eco a cada uno de los tubos registradores. Otros segundos sirvientes observan, y cantan las lecturas en azimut y altura, y la distancia del tercer tubo.

El observador de distancia lee sobre el círculo la inscrita frente al eco, o bien, manejando un índice radial que corte la cúspide del gancho con la gran precisión que da la oblicuidad del corte sobre los dos costados que deben quedar a igual altura. Entonces la distancia no se lee ya en la pantalla, sino en el contador que arrastra mecánicamente el índice móvil.

Claro es que el fuego puede dirigirse automáticamente por el detector, pues basta que los indicadores de azimut, altura y distancia estén mecánicamente embragados con los elementos de la dirección de tiro.

Sin llegar a estos extremos de perfección, se habían ya combinado los reflectores con detectores de este tipo. En cuanto silenciosamente, y a oscuras, la radiodetección tenía apuntado el eje del detector al avión, se encendía repentinamente el reflector, sorprendiendo con su luz centrada al enemigo.

A tal perfección se ha llegado en la determinación de la distancia con la telemetría radioeléctrica, que se cuenta de baterías que, descubiertos los enemigos tras nubes, han continuado el fuego con las distancias eléctricas, no obstante verse claramente los aviones que habían salido ya de entre las nubes.

Y lo creemos, porque este método telemétrico ofrece una gran ventaja sobre el óptico. Estos métodos, como a base fija que son, producen errores relativos proporcionales a la distancia y los absolutos lineales al cuadrado de ella. En cambio, en los de eco, el error absoluto es constante e igual a la distancia recorrida por la vibración en la posible apreciación en el tiempo. La maravilla del tubo de rayos catódicos permite, muy bien, apreciar el tercio del microsegundo, y esto representa un error en distancia de sólo 50 m.

No nos hagamos, sin embargo, ilusiones extremadas, pues la determinación de la dirección es mucho más grosera, pues, como toda determinación de un máximo, es poco exacta precisamente en las inmediaciones de ese valor, y aunque algo se afina tomando el promedio entre valores que a uno y otro lado hagan sensible la mengua, siempre resulta incomparable con la finura obtenida en la distancia, y ésta misma, por su rápida variación, se hace difícil de aprovechar en toda su precisión.

Otra limitación del "radar" lo constituyen la perturbación de sus indicaciones por medio de emisiones en la misma longitud de onda en que trabajan, y en el lanzamiento de cintas de estaño, que producen falsos ecos, que si por su falta de movimiento o lentitud son reconocidos como falsos, perturban con su gran multiplicidad la observación límpida de los auténticos.

Detectores de estos tipos sirvieron al final de la guerra para que los ingleses detectaran las "V-1" y dirigieran a los cazas "Tempest" sobre ellas y reglaran el tiro de sus baterías antiaéreas.

Muchísima es la variedad de tipos de "radar", tanto como variadas son las necesidades a que se aplican.

Así el ojo mágico con que los cazas descubren en la oscuridad de la noche o dentro de la niebla o masa de nubes a su enemigo. Ahora no hace

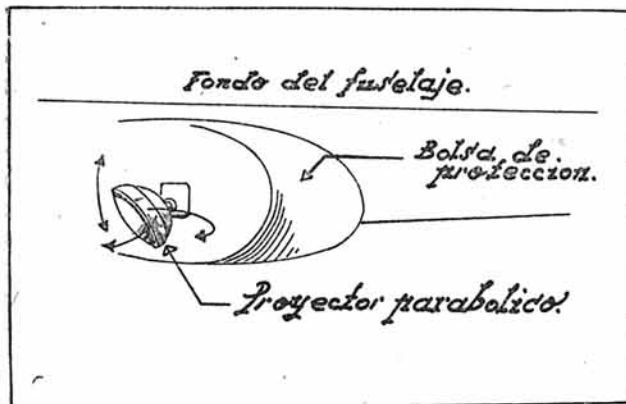
falta determinar la distancia, basta la dirección; pero ésta hay que buscarla a lo largo y a lo ancho en toda la extensión de un ángulo sólido de una cierta amplitud; más concretamente, en un cono. Este programa tiene similitud con la exploración que sucesivamente y con la rapidez semejante a la del tubo de rayos catódicos opera en televisión la célula fotoeléctrica; sólo se diferencia en que en vez de registrar intensidades lumínicas, se buscan ecos.

La exploración se hace desde el centro del cono radialmente en la amplitud de la abertura del cono, y simultáneamente el radio va girando alrededor del eje del cono hasta dar la vuelta completa para repetir la exploración con intervalo de tiempo del orden de muy pocos segundos; a compás de este giro de la antena, las tensiones llevadas al doble juego de placas desviatrices del tubo Braun disponen el haz de rayos catódicos para que vengan a iluminar el punto correspondiente; pero la tensión del eco se lleva, no a las



Radio detectora de las que constituían la "Chain Home" (= cadena de casa) que defendía la costa inglesa. La alta torre tiene por objeto llegar a descubrir a gran distancia, por bajo que efectúe el vuelo el avión enemigo.

placas desviadoras, sino al ánodo, provocando instantáneas emisiones de rayos, que no aparecen cuando el eco no existe. Por otra parte, la placa del tubo se impregna de una materia fosforescente que conserve un pequeño tiempo de luminosidad, dando lugar a que se observen simultáneamente el conjunto de ecos recogidos en cada punto.



OJO MÁGICO TIPO "PPI".—Detector radioemisor y receptor parabólico, auxiliar de los bombarderos.

Esta es la explicación que nos damos de los detalles alcanzados o deducidos de las informaciones sobre el PPI, que leen los ingleses en "slang" (o camelo) Pip (Position Plan Indicator), conocido también por "magic box" o cajón mágico, que permite a los bombarderos ver, sin ver, en una pantalla el plano del terreno sobrevolado, ya que las aguas del mar y los ríos absorben, sin reflejar, las ondas, y el suelo firme devuelve el eco con intensidad creciente, según esté cubierto de vegetación o edificios más o menos macizos o con cubierta metálica. La comparación, en tiempo claro, de lo que se ve en la pantalla, con el terreno a la vista, educa rápidamente, esa, de momento, difícil, por poco precisa y contrastada, imagen radioeléctrica.

Una circunferencia de radio, función de la velocidad y altura, da el alcance a partir de la vertical, e indica el momento de lanzar la carga de bombas cuando en dirección del eje de marcha lo alcanza en su movimiento la imagen del objetivo.

Otros tipos transforman en imagen luminosa, rumbo y distancia, para dirigir el tiro en combates navales o vigilar la marcha ordenada de un gran convoy.

Otros hay que, vigilando todo el espacio sobre un aeródromo, permiten dirigir las entradas, salidas y, en general, la seguridad del tráfico aéreo en tiempos cubiertos.

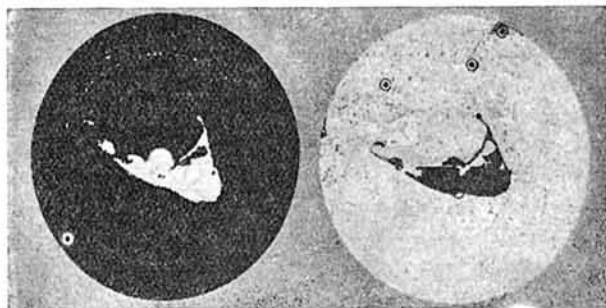
En la misma caza, otro "radar", conocido con

la indicación IFF = "Identification friend or foe" = "Identificador de amigo o enemigo", permite distinguirlos cuando, descubierto un avión, debe ser reconocido antes de abrir el fuego contra él.

Tal variedad hay de radares, que al principio de la guerra hubo caza inglés que llevó a bordo nueve antenas de diversas instalaciones radioeléctricas, y los superfortalezas que han bombardeado últimamente el Japón iban equipados con cinco instalaciones entre estaciones radiotelefónicas y radares.

Para conjugar toda la acción defensiva, dotada de tan variados elementos, desde centrales se sigue toda la actividad de vuelo, distinguiendo aquí amigos de enemigos, porque la situación de los primeros se sigue desde la orden dada para su salida a lo largo de todo su recorrido. A la caza ya en el aire, por radiocomunicación corriente, se la conduce al encuentro del enemigo, a pesar del rápido cambio de su situación, hasta su proximidad, dejando a cargo del ojo mágico establecer el contacto y la acción del fuego a cortísima distancia en contacto combativo a vista, ayudando, caso pertinente, con proyectores que se encienden en momento oportuno.

No sólo la defensa se ha beneficiado del "radar", sino también la ofensiva. Ya hemos visto cómo se bombardea con el cajón mágico. Las indicaciones de distancia, solas o combinadas con la radiogoniometría que da direcciones, fijan igualmente la situación de los bombarderos, con la precisión y variedad grande de procedimientos tan bien descritos en el artículo "Ideas actuales sobre protección de vuelo", del Teniente Coronel Azcárraga, aparecido recientemente en el número 58 de esta Revista. Ello viene a demostrar que, a pesar del "radar" o con su ayuda, el ataque



Comparación de la imagen del "radar" con el mapa de la isla Nantucket, en la costa de Rhode Island, en el saliente entre Boston y Nueva York. Nótese alrededor la circunferencia, cuyo radio representa el alcance del bombardeo y cuya magnitud indica la escala con que aparece la imagen.

(De Illustrated London News.)

aéreo "no tiene parada", como no se posea el dominio absoluto del aire, por su ayuda a la ofensa y porque el dominio sólo es posible poniendo a contribución la variedad de medios que acabamos de describir en la acción ofensiva y defensiva de la propia Antiaeronáutica.

La bomba atómica, ¿puede anular todos esos medios defensivos? Hay quien sienta que la potencia del nuevo explosivo, con la ligereza de su peso, prolonga radio de acción, aumenta velocidades de subida, y horizontal, techo que permita rehuir el fuego artillero, que el propio "radar" ha suprimido toda limitación nocturna o meteorológica, y que hasta el radio de destrucción quita importancia a los errores de tiro, aun contando con su crecimiento tanto por altura de lanzamiento como por la lentitud del descenso frenado por paracaídas, para dar lugar al alejamiento del avión agresor.

Fotos recientemente recibidas, indican que en Hiroshima quedaban en pie todos los grandes edificios de mampostería o hierro y cemento. Aparte de los muchos muertos, muchos más fueron los que aun quedaron vivos. En Nagasaki, parece que la bomba, mucho más perfeccionada y eficaz, se decía, no ha debido causar tan graves daños, porque al cabo de meses sigue siendo Hiroshima el prototipo de la destrucción, ello debido, tal vez, porque la bomba cayera más alejada del centro del objetivo, lo que hace sospechar cierta fotografía en la que se ve el enorme desarrollo de la explosión, más extenso en sentido vertical, algo apartado del seno de la costa, en que corresponde al puerto. No sabemos si ligeros movimientos del terreno son susceptibles de proteger de los efectos de la onda explosiva, como parece deducirse de la descripción de los experimentados por los observadores del ensayo de Nuevo México.

Muy en primeros ensayos, con el efecto demoralizador de la sorpresa, y más en un pueblo maduro ya anteriormente para la rendición, se encuentra este arma aún, para que pueda haber aparecido la oportuna defensa; pero de momento vemos como posible parada a la nueva arma, lo siguiente:

La inmensa carestía. Algún ensayo en Alemania, del que llegaron vagas y casi inconcebibles noticias, pudieran, muy bien, haber sido prueba de mínimas cantidades obtenidas de materia desintegrable; tales un fuerte de Sebastopol, donde "medios especiales" habían destruido la superestructura, retorciendo los grandes cañones, como si se hubieran metido en una inmensa fragua, sin que por su desenfilada aparecieran embudos de impactos capaces de tal destrucción. Cierta ensa-



Imagen de la Brides Bay, entrada a los puertos de Milford y Pembroke, extremo SW. del País de Gales, formada en la pantalla del detector radioeléctrico "H-2S" de un bombardero. Nótese la distribución radial de los puntos luminosos producidos por los ecos, -la uniforme distancia sobre los radios y los puntos aislados correspondientes a barcos. La línea fina dibujada encima sigue la situación de la costa.

yo de pequeño proyectil, del que se dijo que en Polonia arrasó materialmente un bosque en muchas hectáreas de extensión. Muchos meses no fueron capaces de producirlo en profusión digna de empleo. De todos es conocido el esfuerzo en dinero y trabajo necesario para crear esas tres bombas únicas empleadas hasta ahora. Se nos ha indicado qué cantidad de primera materia hay que tratar y a qué múltiple variedad de tratamientos hay que someterla para obtener una mínima parte del nuevo explosivo. Inmensamente más complicado que la obtención del radio, y medio gramo costaba antes de la guerra medio millón de pesetas. Aunque sea dos mil veces más potente que la trilita, ¿no resultará mucho más caro aún?

Afirmó Truman que Norteamérica había tenido la fortuna de ganar, en el mayor juego de azar científico, en el que había arriesgado una postura nada menos que de dos mil millones de dólares.

El ir a la desintegración de sustancias más abundantes en la Naturaleza, envuelve el riesgo de que, establecida la cadena multiplicativa, el hierro, la sílice, el agua, que podemos decir llenan la Tierra, estallaran en un cataclismo como el que por la razón, precisamente, de tal fenómeno, tal vez casual, explica la aparición y efímera vida de esas tan poco frecuentes, como sorprendentes e inexplicables en otra forma, estrellas novas. No parece lógico que los sabios se atrevan

a aventurarse por tan peligroso como desconocido camino, en actividad que puede compararse a la de un chicuelo encendiendo bengalas en un inmenso polvorín.

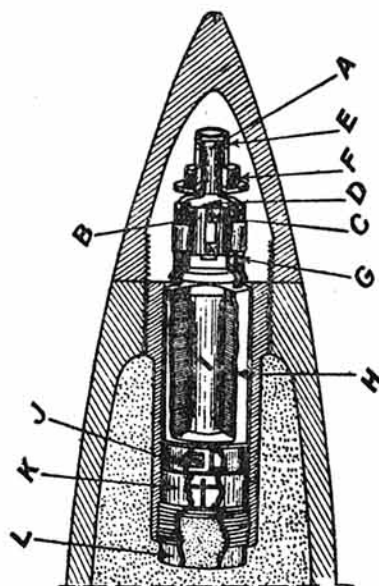
Siempre a esos bombarderos cabrá oponer la caza propia guiada por el maravilloso "radar", el bombardeo con el mismo peligroso explosivo del polvorín donde lo guarde, o la fábrica donde lo componga el enemigo, o de simple represalia.

En la defensa contra las "V-1" los ingleses emplearon unos proyectiles armados de una espoleta, nueva variedad del "radar", que emitía un haz circular a modo de sombrilla de ondas electrónicas, que al alcanzar a la "V-1" (o cualquier avión), y recoger su eco radioeléctrico, éste las hacía estallar precisamente cuando pasaban a la mínima distancia de ellas. Aparte de su empleo, tal como son ya actualmente, ¿no cabe en lo posible que ese mismo detector llegue a gobernar unos timones que dirijan al proyectil hacia el encuentro con el bombardero atómico? Y a falta del maravilloso proyectil, ¿no será posible encontrar, no uno, sino masas de pilotos "kamikaze", que hagan inteligentemente la maniobra?

Siempre habrá la dispersión que reduce los efectos de cualquier clase de bombardeo.

Y sobre todo, la moral, la capacidad de sufrimiento, que es y será siempre el arma principal para vencer en una guerra.

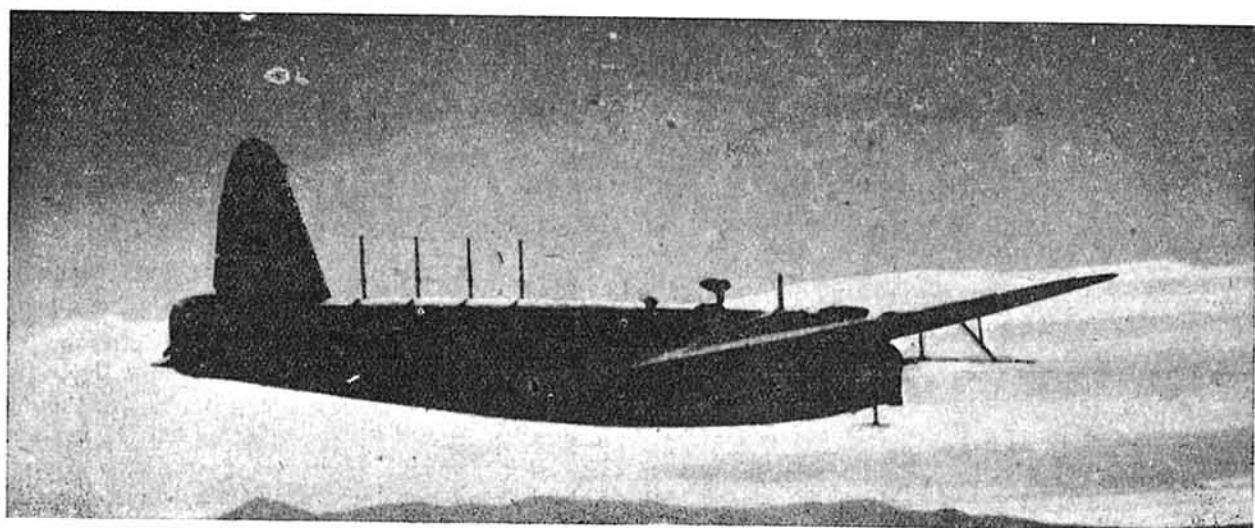
No concebimos que el número más o menos grande de muertos y heridos en Hiroshima haya podido determinar el vencimiento de un pueblo



Corte de la espoleta Radar de la artillería inglesa.

El disparo zafa el seguro J, que permite, al cabo de un cierto tiempo, las emisiones de la antena E, alimentados por la batería H una vez rota la ampolla I del electrolito. El circuito oscilante está en F y G. ABCD son las diminutas lámparas. El eco detectado provoca la explosión del detector L. Y si no es encontrado, al llegar al vértice de la trayectoria se produce automáticamente la explosión por el mecanismo K.

que está acostumbrado a aceptar fatalidades, como el maremoto que hace pocos años causara en la bahía de Sagami más de un millón de víctimas.



Bombardero dotado de instalación "radar" en vuelo hacia su objetivo.